

Information från Sötvattenslaboratoriet

Drottningholm

Nr 3 1961

VATTENREGLERINGENS INVERKAN PÅ FISKENS NÄRINGSVANOR

I BLÅSJÖN OCH JORMSJÖN I JÄMTLAND

	Sid.
1. Inledning	1
2. Regleringens inverkan på näringsfaunan	2
3. Fiskens näringsvanor i Blåsjön före regleringen	4
4. Fiskens näringsvanor i Jormsjön före regleringen	4
5. Fiskens näringsvanor i Blåsjön efter regleringen	6
a) Variation mellan fiskestationerna	6
b) Variation mellan storleksklasser	7
c) Jämförelse mellan näringsvanorna under skilda år	9
d) Jämförelse mellan Blåsjön och Ankarvattnet	16
6. Fiskens näringsvanor i Jormsjön efter regleringen	19
7. Sammanfattning	21
8. Citerad litteratur	24
Bilaga. Biologiska och limnologiska termer.	

Vattenregleringens inverkan på fiskens näringsvanor
i Blåsjön och Jormsjön i Jämtland

Av Nils-Arvid Nilsson

I. Inledning.

Undersökningar av öringens och rödingens näringsvanor i Blåsjön har pågått under åren 1944, 1945, 1946, 1949, 1954, 1955, 1956 och 1959. Insamlingen har huvudsakligen utförts med hjälp av bottennät (s.k. standardlänk). Viktigaste fiskeplatser har varit S. Blåsjön, Mittilia, Ankarede, Brattåsen och Tangen (se karta, fig. 1). Materialet har tidigare delvis presenterats i olika sammanhang (Nilsson 1955 a, b, 1959, 1960). Det har numera följande omfattning:

År	Antal öring	röding	
1944	69	32	
1945	35	46	Före regleringen
1946	213	291	
<hr/>			
1949	172	198	
1954	170	243	
1955	27	27	Efter regleringen
1956	39	71	
1959	100	148	
Summa	825	1.056	

I Jormsjön har undersökningarna pågått under åren 1944, 1945, 1946, 1947, 1955 och 1956. Materialet har följande omfattning:

År	Antal öring	röding	
1944	49	55	
1945	39	66	Före regleringen
1946	65	138	
1947	-	38	
<hr/>			
1955	49	73	Efter regleringen
1956	25	28	
Summa	227	398	

I anslutning till undersökningarna i Blåsjön har i jämförande syfte

den närbelägna oreglerade sjön Ankarvattnet undersökts åren 1944, 1945 och 1959.

De siffror som ligger till grund för nedanstående beskrivning har erhållits på följande sätt:

Varje fisk har vägts och mätts snarast efter fångandet och maginnehållet har konserverats i formalin. I laboratoriet har varje maginnehåll identifierats och varje näringspost har volymbestämts. Siffrorna för varje samling (månad, storleksklass etc.) representerar medelprocenttal.

2. Regleringens inverkan på näringsfaunan.

Parallellt med undersökningen av fiskens reaktioner har näringsfaunan i Blåsjön ingående studerats (se Grimås 1959, 1960 a, 1961).

Regleringen togs i nämndvärd utsträckning första gången i bruk år 1949. Sedan dess har vattenståndet fluktuerat från 436 m.ö.h. (normalvattenstånd 434 m.ö.h.) till 430 m.ö.h. Från och med år 1959 utsträcktes sänkningen till 427 m.ö.h. (regleringsamplitud 9 m).

Förändringarna i näringsfaunan har i sina huvuddrag tillgått på samma sätt som i andra undersökta sjöar med liknande regleringsrytm (se Dahl 1926, 1932, Huitfeldt-Kaas 1935, Runnström 1946, 1950, 1952, Cuerrier 1954, Rodhe et alii 1957, Nilsson 1958, Quennerstedt 1958, Rawson 1958, Stube 1958, Miller & Paetz 1959, Axelsson 1961, Grimås & Nilsson 1961). De viktigaste karakteristika är följande:

1) Till följd av de första årens dämningar kommer nytt minerogent och organogent material att tillföras sjön, med höjd primärproduktion som följd (Rodhe et al. 1957). Under första året blir dessutom olika terrestra djur tillgängliga som fiskföda. Det är även troligt att den minskade avtappningen i utloppet för med sig en minskad utspolning av plankton (Axelsson 1961). Denna s.k. positiva dämningseffekt kvarstår under några år efter första uppdämningen - intensiteten och varaktigheten varierar starkt från sjö till sjö. Det är icke känt huruvida primärproduktionen sedan dämningseffekten avklingat i allmänhet återgår till samma läge som före regleringen.

2) Genom att vattenytan under vegetationsperioden kommer att stå högre än före regleringen, kommer den rotfasta vattenvegetationens nedre gräns till följd av det ändrade ljusklimatet att flyttas uppåt (Quennerstedt 1958). Detta har konsekvenser för den fauna som är bunden till vegetationen. Bottenfaunans reduktion en meter under sänkingsgränsen har av Grimås beräknats till 25 %.

3) Genom en kombinerad effekt av torrläggning, infrysning och erosion kommer först vattenvegetationen därefter finsedimenten att försvinna från regleringszonen, som därigenom blir starkt uniformerad (typ blockbotten) och steril. Bottenfaunan reduceras enligt Grimås inom regleringszonen till 70 %. Framför allt drabbar denna reduktion större kräftdjur (Gammarus: 100 % reduktion), större insektlarver (trichopter-, ephemerid- och plecopterlarver: 80 % reduktion) och mollusker.

4) Värmebudgeten förändras i riktning mot mera arktiska förhållanden, vilket medför förändringar i faunans artsammansättning (av chironomiderna kommer t.ex. huvudgruppen Chironomini att till största del försvinna till förmån för Tanytarsini) (Grimås 1961).

5) Viktigaste kvarvarande näringsdjur är chironomider och tipulider. Antalet chironomidarter reduceras starkt så att den före regleringen mycket väsentliga vårkläckningsperioden praktiskt taget försvinner. Den under första årens dämningseffekt starkt uppblomstrande cladoceren Eurycercus lamellatus går efter några år tillbaka i abundans, men förblir dock tämligen talrik.

De viktigaste refugierna med kvarlevande näringsfauna finner man utanför sjöns tillopp.

Reduktionen av totalbottenfaunan på grund av regleringen inom olika djupregioner i Blåsjön framgår av fig. 2.

Även Jormsjön började regleras år 1949. Regleringen innebär en sänkning till 343.80 m.ö.h. och en dämning till 346.50 m.ö.h.

Undersökningar av Jormsjöns näringsfauna utfördes dels före regleringen, dels år 1960 (Grimås 1960 b). Undersökningen efter regleringen visade att effekten i princip var densamma i Jormsjön som i Blåsjön. Vattenståndsfluktuationerna har emellertid icke varit tillräckligt stora för att på samma sätt som i Blåsjön eliminera vissa av de viktigaste näringsdjuren, t.ex. Gammarus och Asellus.

Speciella förhållanden visade sig råda i det ur fiskesynpunkt viktiga grundområdet Libotten (se kartan, fig. 4). På grund av områdets topografi, vars karaktistikum är en av tilloppet uppbyggd strandsporre. Denna har bildat en låg undervattensrygg som indämmer största delen av grundområdet. Inom denna grunddamm har en stor del av sedimenten konserverats, vilket har gjort att även faunan kommit att behållas på en nivå, som är mycket individrikare än inom motsvarande djupområden i andra delar av sjön eller i andra reglerade sjöar.

3. Fiskens näringsvanor i Blåsjön före regleringen.

Eftersom omfattande redogörelser över fiskens näringsvanor i Blåsjön före regleringen offentliggjorts tidigare (Nilsson 1955 b, 1960) skall här endast givas en summarisk karakteristik.

Under våren och försommaren levde både öringen och rödingen huvudsakligen av näring som härstammade från bottnarna. I synnerhet var öringen bunden till de allra översta delarna av litoralerna. Viktig näring för båda arterna var amphipoden Gammarus lacustris G.O. Sars, mollusker-na Limnaea peregra (Müller) och Planorbis (Gyraulus) sp., larver av ephemeriden Siphonurus lacustris Eaton och plecopteren Nemoura avicularis Morton, puppor och imagines av många chironomidarter, t.ex. Heterotrissocladius sp., Psectrocladius sp., Ablabesmyia sp. och Procladius sp. samt imagines av Tipula sp. Öringens viktigaste specifika näring var under alla årstider trichopterlarver, mest av arten Phryganea (Agrypnia) obsoleta Hagen.

Under högsommaren och hösten spelade i rödingens näring de smärre kräftdjuren ("plankton") en allt större roll. Viktigaste arter var därvid Bosmina coregoni Baird (juli-augusti), Daphnia longispina Leydig (augusti-september), Holopedium gibberum Zaddach (oktober), Eurycerus lamellatus (O.F. Müller) (augusti-september) och Heterocope saliens Lilljeb. (september).

I Blåsjön förekommer åtminstone två separata bestånd av röding (Määr 1949). Av dessa utmärker sig ett för att leva på mycket djupt vattnen (lek på c:a 100 m) och för en långsam tillväxt. Dessa s.k. "djuprödingar" torde i övervägande grad livnära sig på mindre cladocerer.

4. Fiskens näringsvanor i Jormsjön före regleringen.

Öringens och rödingens näringsvanor i Jormsjön före regleringen framgår av tabell 1.

En jämförelse med motsvarande situation i Blåsjön visar att stora likheter föreligger. Rödingen levde sålunda under sommarsäsongen huvudsakligen på planktoniska och halvbentiska phyllopoder och copepoder (Daphnia hyalina, Bosmina coregoni, Bythotrephes longimanus, Eurycerus lamellatus, Heterocope saliens m.fl.) och öringens preferens för trichopterlarver är även här tydligt skönjbar. Vad som emellertid faller i ögonen som betydande olikhet gentemot Blåsjön är den hos båda arterna ansevärdiga konsumtionen av Asellus aquaticus, som i Jormsjön tycks ha intagit

den plats som i Blåsjön före regleringen innehades av Gammarus lacustris.

Tabell 1. Öringens och rödingens näring i Jormsjön före regleringen.

	Ö r i n g				R ö d i n g					
	1944 juli	1945 aug.	1945 okt.	1946 aug.	1944 juli	1945 aug.	1945 okt.	1946 aug.	1946 sept.	1947 jan.
Nostoc och andra växter				0,5	0,1					
Fisk		5,6	100,0			3,3				
Rom							45,2		17,8	
Phyllopoda, obest.				1,7	25,0			62,9	28,2	
Daphnia				7,9		9,0	23,6			
Bosmina					3,8					6,7
Bythotrephes						9,3	7,4			
Eurycercus		24,2			16,1	34,3	10,5	7,2	1,3	
Cyclops										20,0
Heterocope									50,3	
Gammarus	4,5	17,0		11,5	1,3	5,7	3,5		1,1	18,1
Asellus	17,6	45,9		11,5	18,1	36,8	9,8	2,5		39,5
Limnaea	6,8	0,4		5,2	7,3				0,1	
Planorbis		2,0		0,8						
Pisidium				0,1		0,4		0,1		
Spherium					0,1					
Oligochaeta	1,0									
Trichoptera l.	31,0	4,4		21,9	1,2			0,3		10,0
Ephemeroptera l.	7,7			11,7	9,7			10,2		0,7
Plecoptera l.	0,4	0,5		2,2				3,4		3,3
Sialis l.				0,1						
Odonata l.						0,3				
Dytiscidae l.	0,1				0,3					
Chironomidae l.	1,2			2,7	9,6	0,5		0,1		1,7
Simuliidae l.	1,0									
Tipulidae l.	2,1			0,1						
Trichoptera p.				3,5						
Chironomidae p.	5,2				0,8					
Trichoptera i.	0,4				0,1	0,2		11,4		
Ephemeroptera i.	0,2									
Chironomidae i.	11,7				0,7			1,0	1,2	
Tipulidae i.	3,6			16,7	2,9					
Terr. insekter	5,5			1,9	2,9			0,9		
Övrigt						0,2				

5. Fiskens näringsvanor i Blåsjön efter regleringen.

Innan regleringens inverkan på näringens sammansättning i fiskens diet behandlas, skall först något nämnas om de variationer i diet som förorsakas av skillnader mellan fiskestationerna och skillnader mellan olika storleksklasser av fiskar. Härvid har proven från år 1959 använts.

a) Variation mellan fiskestationer.

Fem fiskestationer användes (se kartan, fig. 1): Station I, Södra Blåsjön, är den enda som representerar fullt reglerad miljö sådan som den beskrives av Grimås, karakteriserad av steril block- och sandbotten ned till sänkingsgränsen. Alla övriga stationer är mer eller mindre påverkade av rinnande vatten, Stationerna II, III och IV är tillloppsområden, Station V ett icke tillloppsområde som ändock är influerat av rinnande vatten på grund av den starka genomströmningen genom Lilla Blåsjön. Tabellerna 2 och 3 ger intryck av en stark variabilitet mellan stationerna. Mest iögonfallande är den starka effekten av rinnande vatten på trichopterernas fortbestånd (Apatania sp. och Agraylea sp.) (Tabell 2).

Tabell 2. Öringens näring i Blåsjön 1959 (genomsnitt juni-oktober).
Jämförelse mellan fiskestationer.

Station	I	II	III	IV	V
Fisk	6,7	-	1,7	6,3	16,7
Bythotrephes	-	-	-	1,0	-
Daphnia	-	4,5	-	1,6	-
Holopedium	-	4,0	-	-	-
Eurycercus	12,7	21,7	-	12,3	8,3
Limnaea	4,5	5,0	-	-	-
Planorbis	0,1	-	-	-	12,5
Trichoptera l.	0,1	8,0	45,5	8,3	9,6
Ephemeroptera l.	4,0	5,1	16,9	10,5	10,5
Plecoptera l.	10,2	5,8	4,2	-	2,1
Dytiscidae l.	0,4	-	-	-	-
Chironomidae l.	3,7	12,1	1,2	2,0	2,1
Ceratopogonidae l.	1,2	-	-	-	-
Tipulidae l.	6,2	6,3	2,2	0,6	-
Trichoptera p.	0,2	-	0,3	-	-
Chironomidae p.	4,7	-	-	-	-
Ceratopogonidae p.	0,4	-	-	-	-

Station	I	II	III	IV	V
Trichoptera i.	-	1,8	0,3	0,3	-
Ephemeroptera i.	0,3	1,0	1,2	0,7	-
Dytiscidae i	-	0,8	0,2	0,2	7,1
Chironomidae i.	5,4	1,0	1,4	0,3	-
Tipulidae i.	2,8	3,0	10,3	32,1	7,0
Empididae i.	0,3	-	-	-	-
Terr. insekter	36,2	20,2	14,4	24,0	24,2

Tabell 3. Rödingens näring i Blåsjön 1959 (genomsnitt juni-oktober).
Jämförelse mellan fiskestationer.

Station	I	II	III	IV	V
Fisk	-	1,1	-	-	-
Bythotrephes	0,6	0,1	-	7,2	-
Daphnia	22,6	50,5	21,4	36,8	6,6
Bosmina	1,5	2,9	25,6	0,9	2,5
Holopedium	0,3	0,3	-	18,2	65,6
Eurycercus	47,1	27,3	10,3	36,8	7,2
Heterocope	2,4	8,4	6,9	-	2,5
Ephemeroptera l.	0,5	+	0,3	-	6,3
Plecoptera l.	2,2	0,4	4,7	-	-
Chironomidae l.	0,6	-	14,4	-	-
Chironomidae p.	0,6	-	0,8	-	-
Plecoptera i.	-	-	2,5	-	-
Chironomidae i.	0,7	-	-	-	-
Tipulidae i.	-	0,4	-	-	-
Terr. insekter	20,8	8,7	13,1	-	9,4

b) Variation mellan storleksklasser.

Tabellerna 4 och 5 visar att det förekommer en viss skillnad i näringsvanor mellan stora och små fiskar, med den välkända korrelationen stora fiskar - stora näringsobjekt, etc. (jfr t.ex. Lindström 1955, Nilsson 1955). För öringens vidkommande kan av tabellen med säkerhet endast konstateras en tendens hos större fiskar att äta annan fisk - hos mindre fiskar att äta Eurycercus. I de fall bytesfisken har varit möjlig att identifiera har den bestått av röding (troligen ettårig).

Hos rödingen finner man en tendens till att smärre fiskar ätit de minsta planktonkräftdjuren (Bosmina), medan större fiskar ätit större

crustacéer (Eurycercus och Bythotrephes), Man kan även skönja en tendens hos större fiskar att äta ytnäring (harkrankar, terrestra insekter) i större utsträckning än mindre.

Tabell 4. Öringens näring i Blåsjön 1959 (genomsnitt juni-november).
Jämförelse mellan storleksklasser.

	125-200	201-250	251-300	300
Fisk	4,6	1,8	8,9	22,2
Bythotrephes	-	0,6	-	-
Daphnia	-	2,5	+	-
Holopedium	-	1,4	-	-
Eurycercus	21,3	8,1	3,6	-
Limnaea	4,2	2,0	-	-
Planorbis	3,5	-	-	-
Trichoptera l.	16,3	5,2	18,8	36,7
Ephemeroptera l.	9,1	8,1	13,4	-
Plecoptera l.	6,1	8,8	2,0	-
Dytiscidae l.	0,2	0,2	-	-
Chironomidae l.	2,3	5,0	3,6	5,6
Ceratopogonidae l.	0,1	0,8	-	-
Tipulidae l.	4,0	2,0	6,5	2,2
Trichoptera p.	0,2	0,2	-	-
Chironomidae p.	0,7	1,5	-	11,1
Trichoptera i.	0,6	0,3	0,4	-
Ephemeroptera i.	1,0	0,6	0,4	-
Dytiscidae i.	0,6	1,5	0,1	-
Chironomidae i.	3,0	0,9	-	-
Tipulidae i.	5,5	16,0	12,8	8,3
Empididae i.	-	0,2	-	-
Terr. insekter	16,8	32,4	29,6	13,9

Tabell 5. Rödingens näring i Blåsjön 1959 (genomsnitt juni-oktober).
Jämförelse mellan storleksklasser.

	125-200	201-250	251-300	300
Fisk	2,8	-	-	-
Bythotrephes	-	-	0,2	7,0
Bosmina	17,9	1,2	1,5	1,7

	125-200	201-250	251-300	>300
Daphnia	24,3	50,7	28,8	13,0
Holopedium	9,7	10,1	2,4	-
Eurycercus	29,0	22,5	37,4	36,9
Heterocope	1,1	3,9	13,5	4,0
Ephemeroptera l.	-	1,2	0,1	1,5
Plecoptera l.	0,6	1,8	0,8	-
Chironomidae l.	3,1	1,5	0,6	1,9
Chironomidae p.	0,4	-	0,5	-
Chironomidae i.	-	-	0,6	-
Tipulidae i.	-	-	1,5	0,3
Terr. insekter	11,1	7,1	12,0	33,7

c) Jämförelse mellan näringsvanorna under skilda år.

För att utröna regleringens inverkan på fiskens näringsvanor har två metoder använts. Dels har förändringar i näringsvanorna år från år noterats från och med år 1944 - 5 år före regleringens början-till och med år 1959 - 10 år efter regleringens början. Dels har fiskens näring i en näraliggande oreglerad sjö, Ankarvattnet, jämförts med en motsvarande fiskestation i Blåsjön under slutåret 1959.

Om man jämför näringens sammansättning mellan åren, finner man att bottenfaunan väsentligen minskat såsom komponent. Starkast gör sig denna tendens gällande hos rödingen men även hos öringen är den fullt märkbar. Nedgången är successiv och tycks ha nått sitt bottenläge först 10 år efter regleringens början (jfr Grimås 1961).

Delar man upp bottenfaunan i dess viktigaste komponenter finner man att regleringen inte slagit lika hårt på alla grupper. Svårast drabbad synes den före regleringen betydelsefulla Gammarus lacustris ha blivit i det den redan 6 à 7 år efter regleringens början praktiskt taget är ute ur bilden (tabell 6 och fig. 5). Även molluskerna Limnaea och Planorbis har helt försvunnit ur rödingens diet, men spelar fortfarande viss roll som näring åt öringen (tabell 7).

Tabell 6. Gammarus lacustris' andel som näring åt öring (Ö) och röding (R) i Blåsjön.

		1944	1945	1946	1949	1954	1955	1956	1959
Maj-juni	Ö	-	-	0,1	29,2	15,3	-	-	0,0
	R	-	-	3,6	32,4	4,3	-	-	0,0
Juli	Ö	3,9	-	7,9	7,7	4,9	-	0,2	0,0
	R	7,8	-	20,4	2,3	2,2	-	0,1	0,0

		1944	1945	1946	1949	1954	1955	1956	1959
Augusti	Ö	-	14,1	3,6	1,3	6,0	0,1	0,8	0,0
	R	-	6,2	1,5	3,3	1,2	4,9	-	0,0
September	Ö	-	-	22,1	5,1	0,4	-	-	0,0
	R	-	-	31,7	3,8	0,7	-	-	0,0
Oktober	Ö	-	-	42,3	13,1	-	-	-	0,0
	R	-	-	19,2	4,6	1,8	-	-	0,0

Tabell 7. Molluskernas andel som näring åt öring och röding i Blåsjön.

		1944	1945	1946	1949	1954	1955	1956	1959
Maj-juni	Ö	-	-	0,0	0,2	3,6	-	-	6,4
	R	-	-	1,7	0,3	2,4	-	-	0,0
Juli	Ö	4,3	-	6,6	10,7	6,1	-	7,9	0,0
	R	21,6	-	14,0	5,4	5,7	-	2,6	0,0
Augusti	Ö	-	13,4	9,1	4,0	19,8	1,2	1,1	6,2
	R	-	6,0	14,6	3,2	0,0	3,1	-	0,0
September	Ö	-	-	12,7	6,0	2,9	-	-	0,1
	R	-	-	5,4	0,0	0,0	-	-	0,0
Oktober	Ö	-	-	18,1	7,1	-	-	-	0,0
	R	-	-	4,9	0,2	6,6	-	-	0,0

Av stor vikt är de förändringar som inträtt i konsumtionen av den för örningen före regleringen utan jämförelse viktigaste näringen, Trichoptera. Tabell 8 ger intrycket att denna näring under de senare åren avtagit i betydelse. I synnerhet gäller detta månaderna juni-augusti. Dessutom har konsumtionen glidit över från storväxta former (Phryganea obsoleta) till småväxta (Apatania sp. och Agraylea sp.). Den senare är bunden till några till ytvidden obetydliga områden med vegetationsrester som förekommer i anslutning till tilloppen (Grimås 1961). Det höga värdet för oktober 1959 har influerats av öringar som fångats i närheten av Ankarälvens utlopp (tabell 2).

Då det gäller övriga större vatteninsekter (Ephemeroptera, Plecoptera och Dytiscidae synes ingen signifikant förändring ha inträtt (tabell 9). De arter som såväl före som efter regleringen har dominerat har varit ephemeriden Siphonurus lacustris och plecopteren Nemoura avicularis.

Tabell 8. Trichopterernas (larver, puppor och imagines) andel som näring åt öring och röding i Blåsjön.

		1944	1945	1946	1949	1954	1955	1956	1959
Maj-juni	Ö	-	-	29,3	22,4	32,0	-	-	0,0
	R	-	-	0,0	5,5	0,2	-	-	0,0
Juli	Ö	25,8	-	36,1	45,8	11,9	-	20,5	0,0
	R	4,7	-	8,7	3,8	0,9	-	2,7	0,0
Augusti	Ö	-	21,8	24,5	59,9	33,4	7,5	5,6	0,8
	R	-	0,0	10,4	1,1	2,2	3,3	-	0,0
September	Ö	-	-	33,0	30,7	2,6	-	-	11,1
	R	-	-	3,2	0,6	0,0	-	-	0,0
Oktober	Ö	-	-	39,1	60,9	32,0	-	-	41,9
	R	-	-	0,1	0,0	0,0	-	-	0,0

Tabell 9. Procentuell andel av Ephemeroptera (E), Plecoptera (P), Sialis (S) och Dytiscidae (D) som näring åt öring och röding i Blåsjön. Bokstäver inom parentes anger dominerande näring.

		1944	1945	1946	1949	1954	1955	1956	1959
Maj-Juni	Ö	-	-	43,6(P)	33,1(P)	9,2(D)	-	-	4,1(P)
	R	-	-	89,2(P)	4,2(P)	0,6(D)	-	-	2,2(E)
Juli	Ö	8,2(E)	-	25,8(E)	5,1(D)	15,5(E)	-	13,0(E)	33,2(E)
	R	3,1(E)	-	9,5(E)	0,0	2,5(E)	-	0,1(D)	5,0(E)
Augusti	Ö	-	18,5(E)	14,4(E)	10,7(E)	11,7(E)	34,0(E)	10,8(E)	16,3(E)
	R	-	0,0	11,1(E)	0,2(E)	5,6(E)	15,4(E)	-	0,0
September	Ö	-	-	4,9(P)	9,5(E)	0,0	-	-	7,8(E)
	R	-	-	2,3(P)	0,2(E)	0,0	-	-	0,0
Oktober	Ö	-	-	0,2(P)	0,1(D)	0,0	-	-	12,6(P)
	R	-	-	0,1(P)	0,1(S)	0,4(S)	-	-	1,8(P)

Som framgått av Grimås' undersökning har chironomidfaunan starkt utarmats. Särskilt har denna utarmning tagit sig uttryck kvalitativt genom en decimering av antalet arter. Eftersom chironomiderna för öring och röding huvudsakligen är tillgängliga i pupp- och imagostadium, innebär detta att fisken, i stället för ett jämt tillskott av denna typ av näring,

efter regleringen är hänvisad till några få kraftiga tillskott som den ej till fullo kan tillgodogöra sig. Som exempel kan nämnas att den enorma kläckningen av Parakiefferiella batophila Kieff. som äger rum varje år mellan 8-22 juli (Grimås 1961) i stort synes gå fisken förbi. Tabell 10 ger också intryck av att en viss kvantitativ nedgång skett i varje fall vad beträffar rödingen. Än tydligare gör sig emellertid elimineringen av antalet arter gällande (tabell 11).

Tabell 10. Chironomidernas andel som näring åt öring och röding i Blåsjön.

		1944	1945	1946	1949	1954	1955	1956	1959
Maj-juni	Ö	-	-	17,9	3,9	15,8	-	-	12,4
	R	-	-	3,1	37,3	53,4	-	-	7,4
Juli	Ö	26,5	-	6,1	7,5	7,0	-	4,5	5,2
	R	12,1	-	26,4	16,8	11,7	-	20,8	2,2
Augusti	Ö	-	8,7	13,1	9,8	3,1	0,0	3,7	1,3
	R	-	0,2	27,9	4,8	18,4	3,0	-	0,0
September	Ö	-	-	5,5	14,1	0,0	-	-	6,0
	R	-	-	1,7	5,1	0,0	-	-	0,0
Oktober	Ö	-	-	0,1	0,2	0,0	-	-	8,3
	R	-	-	1,5	2,9	0,0	-	-	0,0

Tabell 11. Antalet chironomidarter som konsumerats av öring och röding i Blåsjön.

År	1949	1954	1956	1959
Öring	20	11	5	6
Röding	22	16	7	3

Följande arter har sedan regleringen varit dominerande i fiskens näring:

1949

Ablabesmyia spp.

Macropelopia sp.

Procladius sp.

Heterotrissocladius Grimshawi Edw.

Heterotrissocladius subpilosus (Kieff.) Edw.

Psectrocladius spp.

Cryptochironomus sp.
 Parachironomus sp.
 Paracladopelma obscura Brund.

1954

Ablabesmyia spp.
 Procladius sp.
 Heterotrissocladius Grimshawi Edw.
 Heterotrissocladius subpilosus (Kieff.) Edw.
 Protanypus morio Zett.
 Psectrocladius sp.
 Sergentia coracina Zett.
 Tanytarsus gregarius-gr.

1956

Ablabesmyia spp.
 Procladius sp.
 Abiskomyia virgo Edw.
 Prodiamesa sp.
 Psectrocladius fennicus Storå
 Paratanytarsus penicillatus Goetgh.

1959

Procladius sp.
 Abiskomyia virgo Edw.
 Psectrocladius fennicus Storå
 Constempellina brevicosta Edw.
 Tanytarsus gregarius (Kieff.) Edw.

Ovanstående artlista bekräftar inte endast den allmänna artutglesningen utan även den förskjutning i artbalansen som konstaterats av Grimås (1961) och som kännetecknas bl.a. av en reduktion av Chironomini i allmänhet och en ökad andel av Tanytarsini (Constempellina brevicosta, Tanytarsus gregarius) och partenogenetiska arter (Abiskomyia virgo).

De karakteristiska förändringarna i chironomidfaunans sammansättning ger en möjlighet till kommande "snabbanalyser" av i vilket stadium en reglerad sjö befinner sig.

Tabell 12 ger inte intryck av att konsumtionen av harkrankar minskat. Tvärtom är denna substantiella näring en av de viktigaste efter reg-

leringen både i form av larver och imagines (under den tid då dessa lägger sina ägg).

Tabell 12. Tipulidernas andel som näring åt öring och röding i Blåsjön.

		1944	1945	1946	1949	1954	1955	1956	1959
Maj-juni	Ö	-	-	2,4	1,6	1,0	-	-	14,9
	R	-	-	0,0	+	2,6	-	-	0,0
Juli	Ö	15,9	-	8,5	2,8	3,7	-	20,6	10,2
	R	13,4	-	1,3	0,0	2,6	-	11,4	1,8
Augusti	Ö	-	0,6	14,8	0,8	3,7	8,7	5,8	24,3
	R	-	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	-	0,7
September	Ö	-	-	3,3	12,4	0,0	-	-	27,2
	R	-	-	1,4	0,6	0,0	-	-	0,0
Oktober	Ö	-	-	0,0	0,7	0,0	-	-	1,8
	R	-	-	0,1	0,0	0,0	-	-	0,0

Tabellerna 13 och 14 ger vid handen att den minskade bottendjursdieten "ersatts" av mindre crustacéer ("plankton") och terrestra insekter. Det kan spekuleras över huruvida dessa typer av näring ökat inte bara såsom procentuell andel i fiskens näring utan även kvantitativt i sjön. Det faktum att både sjöns yta och dess volym ökat under den vegetativa perioden tillåter en sådan hypotes. Dessutom torde den minskade avtappningen under dämningssperioden förhindra utspolning av plankton (Axelsson 1961). Någon reell "ersättning" för den i allmänhet mycket substansiellare bottenfaunan torde en sådan eventuell ökning emellertid inte innebära. Den mycket höga andelen av framför allt Eurycercus lamellatus i 1959 års prover kan vara en effekt av de omlagringar av sediment som inträffade vid den utvidgade sänkningen detta år (3 m utöver tidigare reglering).

Tabell 13. De mindre kräftdjurens andel som näring åt öring och röding i Blåsjön. Siffror inom parentes = Eurycercus lamellatus.

		1944	1945	1946	1949	1954	1955	1956	1959
Maj-juni	Ö	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-	0,2 (0,2)
	R	-	-	2,4 (1,8)	1,5	27,8	-	-	16,2 (16,2)

		1944	1945	1946	1949	1954	1955	1956	1959
Juli	Ö	1,8 (0,3)	-	0,0	0,4 (0,1)	2,5 (2,4)	-	0,0	0,0
	R	30,0 5,2)	-	13,2 (10,0)	67,4	67,2 (12,5)	-	40,2 (31,0)	52,9 (7,2)
Augusti	Ö	-	13,5 (8,1)	3,1 (0,6)	10,6 (10,5)	2,4	1,8	0,0	11,2 (6,1)
	R	-	83,7 (23,7)	25,3 (14,1)	87,3 (23,2)	70,1 (30,3)	56,8 (18,3)	-	92,1 (28,2)
September	Ö	-	-	2,9 (2,9)	3,6 (1,6)	4,3 (4,3)	-	-	41,9 (38,4)
	R	-	-	50,6 (31,5)	83,1 (5,4)	50,5 (21,2)	-	-	100,0 (44,6)
Oktober	Ö	-	-	0,1 (0,1)	1,0 (1,0)	0,0	-	-	12,5 (12,5)
	R	-	-	64,2 (10,9)	82,8 (8,6)	68,4 (7,4)	-	-	96,5 (39,0)

Tabell 14. Landinsekternas andel som näring åt öring och röding i Blåsjön.

		1944	1945	1946	1949	1954	1955	1956	1959
Maj-juni	Ö	-	-	1,8	5,4	19,4	-	-	58,3
	R	-	-	0,0	15,4	6,9	-	-	74,2
Juli	Ö	11,9	-	6,3	13,3	46,8	-	30,0	41,9
	R	7,4	-	2,5	4,3	7,2	-	22,0	38,1
Augusti	Ö	-	9,1	17,4	1,9	9,8	0,0	65,0	36,4
	R	-	0,0	3,6	0,1	0,5	13,4	-	7,2
September	Ö	-	-	10,7	17,7	89,3	-	-	6,0
	R	-	-	2,4	4,6	48,7	-	-	0,0
Oktober	Ö	-	-	0,0	0,2	20,0	-	-	4,1
	R	-	-	2,0	<0,1	3,4	-	-	0,0

Endast öringen har i någon betydande grad livnärt sig på annan fisk. Huruvida de höga siffrorna år 1959 (tabell 15) innebär en fortlöpande stegring av öringens fiskkonsumtion får framtiden utvisa. Det bör emellertid påpekas att i vissa reglerade sjöar i Norge en mindre snabbväxande fraktion öringar uppstått genom att de övergått till att äta småvuxen röding (Aass 1960). I samtliga kontrollerade fall har den i Blåsjön förtärda fisken varit mindre (sannolikt ettårig) röding.

Tabell 15. Fiskdietens andel i öringens och rödingens näring i Blåsjön.

		1944	1945	1946	1949	1954	1955	1956	1959
Maj-juni	Ö	-	-	4,9	1,2	3,6	-	-	0,0
	R	-	-	0,0	2,7	0,0	-	-	0,0
Juli	Ö	1,5	-	1,7	5,2	1,6	-	0,0	9,5
	R	0,0	-	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0
Augusti	Ö	-	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	5,3	3,1
	R	-	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	-	0,0
September	Ö	-	-	1,1	0,2	0,0	-	-	0,0
	R	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-	0,0
Oktober	Ö	-	-	0,0	3,5	-	-	-	18,8
	R	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-	0,0

d) Jämförelse mellan Blåsjön och Ankarvattnet.

Ankarvattnet är en oreglerad sjö, som till sin typ och sitt läge motsvarar Blåsjön. En jämförelse mellan sjöarna under ett och samma år kan såtillvida vara tillförlitlig då man vill bedöma regleringens effekt som den starka naturliga mellanårsvariationen på grund av klimatiska variationer och med dessa sammanhängande populationsekologiska variationer bortfaller. Bottnarna karakteriseras av en Isoëtesbeväxt litoralzon med tät abundans av bottenlevande evertebrater (jfr Grimås 1961 och fig. 3). Den fiskestation som använts i Ankarvattnet motsvarar med en hög grad av nöjaktighet Station I (S. Blåsjön) i Blåsjön. Jämförelser kommer därför att i fortsättningen dragas mellan Ankarvattnet och denna station.

En jämförelse mellan näringen hos olika storleksgrupper ger tabellerna 16 och 17. Dessa bestyrker vissa tendenser som tidigare påpekats vad beträffar Blåsjön (tab. 4 och 5). Man finner sålunda att endast mindre öringar ätit Eurycercus, medan ytnäring (Tipulidae i och terrestra insekter) huvudsakligen ätits av större fiskar. Vad rödingen beträffar har liksom i Blåsjön de mindre fiskarna mest ätit mindre kräftdjur (Bosmina, Daphnia), medan bottendjur sådana som Limnaea och ephemeridlarver huvudsakligen ätits av större fiskar.

Tabell 16. Öringens näring i Ankarvattnet 1959 (medeltal juni-oktober).
Variation mellan storleksklasser.

	125-200	201-250	251-300	>300
Holopedium	1,9	-	-	-
Eurycercus	5,1	3,7	-	-
Gammarus	53,1	51,2	43,3	100,0
Limnaea	0,6	2,9	-	-
Trichoptera l.	16,9	20,0	7,0	-
Ephemeroptera l.	3,2	3,0	-	-
Plecoptera l.	2,4	0,3	-	-
Dytiscidae l.	1,0	0,1	-	-
Chironomidae l.	0,6	0,1	-	-
Trichoptera p.	+	0,3	2,5	-
Chironomidae p.	1,1	0,2	-	-
Trichoptera i.	0,7	-	-	-
Ephemeroptera i.	3,7	-	-	-
Plecoptera i.	0,1	1,9	-	-
Dytiscidae i.	0,9	0,2	-	-
Tipulidae i.	7,5	11,8	16,2	-
Empididae i.	-	1,9	-	-
Terr. insekter	1,3	2,4	31,0	-

Tabell 17. Rödingens näring i Ankarvattnet 1959 (medeltal juni-oktober).
Variation mellan storleksklasser.

	125-200	201-250	251-300	>300
Bythotrephes	-	1,0	1,9	1, 2
Bosmina	30,0	8,8	0,5	-
Daphnia	43,3	45,9	24,3	27,3
Holopedium	-	3,1	-	-
Eurycercus	-	14,9	6,6	14,6
Gammarus	26,7	14,5	51,3	26,5
Limnaea	-	0,7	5,6	9,5
Pisidium	-	0,6	-	2,7
Trichoptera l.	-	2,6	0,5	1,9
Ephemeroptera l.	-	1,6	3,0	8,1
Plecoptera l.	-	1,2	1,2	2,2

	125-200	201-250	251-300	>300
Dytiscidae l.	-	-	-	1,2
Chironomidae l.	-	-	-	2,1
Trichoptera p.	-	4,8	5,0	-
Chironomidae p.	-	0,2	0,2	2,7

Många av de tendenser som framträder vid undersökningen av mellanårsvariationen i Blåsjön bestyrks av jämförelsen mellan Ankarvattnet och Blåsjön (tabell 18). De mera påfallande dragen kan summeras på följande sätt:

1. Fisk (ung röding) är av större betydelse för öringen i den reglerade sjön.

2. Eurycercus lamellatus är av större betydelse för både öring och röding i den reglerade sjön.

3. Gammarus lacustris är mycket viktig näring för både öring och röding i den oreglerade sjön, men saknas alldeles i den reglerade.

4. Limnaea är av större betydelse i den oreglerade sjön.

5. Trichopterlarver, -pupp- och -imagines (Apatania sp.) är av större betydelse för öring i den oreglerade sjön.

6. Ingen betydande kvantitativ skillnad i konsumtionen av ephemerider kan skönjas, men endast en art (Siphonurus lacustris) har exploaterats i Blåsjön, fyra arter (Siphonurus lacustris, Ameletus inopinatus, Leptophlebia vespertina och Heptagenia fuscogrisea) i Ankarvattnet.

7. Plecopterlarver (huvudsakligen Nemoura avicularis) är av större betydelse i den reglerade sjön.

8. Landinsekter är av större betydelse i den reglerade sjön.

Tabell 18. Jämförelse mellan öringens och rödingens näring i Blåsjön (Station I) och Ankarvattnet 1959.

	Ö r i n g				R ö d i n g			
	Juli-aug.		Sept.-nov.		Juli-aug.		Sept.-nov.	
	Blå- sjön	Ankar- vattnet	Blå- sjön	Ankar- vattnet	Blå- sjön	Ankar- vattnet	Blå- sjön	Ankar- vattnet
Fisk	18,2	-	9,1	-				
Bythotrephes				-	-	4,0	1,3	-
Bosmina					3,7	-	-	7,9
Daphnia					5,9	40,0	43,4	29,2
Holopedium	-	1,5			0,8	-	-	2,0

	Ö r i n g				R ö d i n g			
	Juli-aug.		Sept.-nov.		Juli-aug.		Sept.-nov.	
	Blå- sjön	Ankar- vattnet	Blå- sjön	Ankar- vattnet	Blå- sjön	Ankar- vattnet	Blå- sjön	Ankar- vattnet
Eurycercus	15,4	4,3	35,9	3,8	52,9	4,4	50,5	16,8
Heterocope					5,9	-		
Gammarus	-	61,3	-	38,5	-	36,4	-	36,8
Limnaea	-	1,4	5,0	1,8	-	5,1	-	5,1
Trichoptera l. (Apatania)	-	3,5	-	33,9			-	2,1
Ephemeroptera l.	15,8	4,8			-	0,9		
Plecoptera l.	4,6	-	31,8	3,2			4,8	0,1
Dytiscidae l.	-	0,9	0,6	-				
Chironomidae l.	-	0,1	9,1	0,7				
Tipulidae l.	3,6	-						
Trichoptera p.	0,9	3,6			-	8,9		
Chironomidae p.	9,1	1,1	0,3	-	1,4	0,3		
Trichoptera i.	-	0,2	-	0,6				
Plecoptera i.	-	0,1	-	2,1				
Dytiscidae i.	-	0,1	-	1,1				
Tipulidae i.	-	8,0	2,3	12,6				
Empididae i.	-	4,4	-	0,2				
Terr. insekter	32,4	4,7	5,9	1,4	29,4			

6. Fiskens näringsvanor i Jormsjön efter regleringen.

Tabell 19 visar fiskens diet i Jormsjön efter regleringen.

Det är uppenbart att fiskens näringsvanor i Jormsjön inte har påverkats av vattenståndsfluktuationerna i samma grad som i Blåsjön. Så förekommer exempelvis de viktiga näringsdjuren Gammarus lacustris och Asellus aquaticus fortfarande i en anmärkningsvärd utsträckning som näring åt såväl öring som röding.

De förändringar som kan urskiljas med hjälp av det föreliggande materialet är en tendens hos båda arterna mot en ökad konsumtion av landinsekter och en tendens hos öringen mot en ökad konsumtion av fisk. Båda dessa tendenser stämmer överens med de förhållanden som iakttagits i Blåsjön.

Den relativt ringa effekten torde bero på att vattenståndsfluktuationerna inte varit stora nog för att någon bytesart skulle elimineras

helt, samt på den konserverande effekten av refugieområden av typ "Libot-ten".

Tabell 19. Öringens och rödingens näring i Jormsjön efter regleringen.

	Ö r i n g			R ö d i n g		
	Juni-juli 1955	Sept. 1955	Juni-juli 1956	Juni-juli 1955	Sept. 1955	Juni-juli 1956
Fisk	9,8	4,0	4,6		2,0	
Phyllopoda, oident.				2,0	4,1	
Bythotrephes		0,4			0,8	
Bosmina						14,8
Daphnia					6,1	1,9
Holopedium					18,2	
Eurycercus					7,2	
Heterocope					10,9	
Gammarus	9,7	12,7	5,7	18,7	2,3	3,6
Asellus	24,3	10,9	23,5	20,8	28,0	18,2
Limnaea	6,2	7,0	1,1	0,2		7,9
Planorbis	4,2	0,8	2,0			
Pisidium				0,3	1,0	
Bryozoa, statoblast		0,8				
Oligochaeta			4,0			
Trichoptera l.	18,2	18,8	8,7	0,6		3,9
Ephemeroptera l.	1,4	0,4	4,4	8,9		0,2
Plecoptera l.	2,7		3,8	0,5	0,6	1,9
Sialis l.			0,3			0,4
Dytiscidae l.	0,2			0,3		
Chironomidae l.	0,1	0,2	0,3	6,6		3,8
Ceratopogonidae l.						0,4
Simuliidae l.				0,4		2,9
Tipulidae l.	1,2					0,1
Diptera l.						1,7
Trichoptera p.					1,0	
Chironomidae p.		0,2	6,8	23,1		7,1
Ephemeroptera i.		0,1				
Plecoptera i.	0,5					0,1
Sialis i.						1,1
Dytiscidae i.	3,5	0,1	1,0	1,1		0,6

	Ö r i n g			R ö d i n g		
	Juni-juli 1955	Sept. 1955	Juni-juli 1956	Juni-juli 1955	Sept. 1955	Juni-juli 1956
Chironomidae i.	1,0	3,0		1,8	0,7	1,1
Tipulidae i.		0,4	2,0	1,2	3,8	1,7
Terr. insekter	15,8	38,6	31,0	13,5	13,0	26,6
Oorg. material		1,4				

7. Sammanfattning.

I det föregående har konstaterats att de förändringar i bytesfaunan som inträder vid sjöregleringar återverkar väsentligt på fiskens näringsvanor. Vissa viktiga näringsobjekt (t.ex. Gammarus) försvinner, andra (t.ex. landinsekterna) ökar i betydelse. Den minskning i fiskens tillväxt efter reglering som har konstaterats i många andra sjöar (jfr t.ex. Runnström 1951) kan mycket väl förklaras enbart med utgångspunkt från denna övergång från en substansiell, kontinuerligt tillgänglig näring till en mindre substantiell, mera chansartat tillgänglig näring, men de första årens överproduktion av näring torde även bidra till försämrad tillväxt genom att rika årsklasser skapas (Runnström 1951).

I vilket fall som helst bestyrker det föreliggande materialet att den process som igångsätts i och med reglering av vattenståndsfuktuationerna kommer att ske långsamt; man har inte anledning att vänta sig att någon ny balans skall inträda i sjöns organiska liv förrän decennier efter regleringens början. Man kan sålunda i fallet Blåsjön åtminstone vad beträffar rödingen inte vänta sig att några väsentliga negativa förändringar i dess tillväxt skall ha hunnit inträda under de första åren efter regleringens ikraftträdande.

Diagram 5 antyder att en vikt försämring har skett hos öringen. Man bör även hålla i minnet att en eventuell tillväxtförsämring på grund av regleringen kan ha maskerats av den betydelsefulla serie av klimatiskt gynnsamma år som karakteriserat 1950-talet.

Den svåraste skadan kan öringen förväntas lida eftersom den under den viktigaste tillväxtperioden är bunden till sjöns litoralzon, och inte är tillräckligt ekologiskt plastisk att kunna överge denna sedan de viktigaste näringsdjuren försvunnit eller glesnat ut (fig. 6). Rödingen är redan före regleringen till stor del planktonätare ehuru den under den viktigaste tillväxtperioden på våren och försommaren lever på mera substantiell föda. Man har emellertid anledning att förvänta att förändring-

arna i tillväxt förorsakade av ändrade näringsvanor skall bli mindre drastiska vad beträffar rödingen än vad beträffar öringen vilken genom sin ekologiska "stelhet" blir tvingad att söka de smulor av den ursprungliga litto-
ralnäringszonen som finns kvar. Till denna skillnad bidrar dessutom öringens förmodade hemtrohet i jämförelse med rödingens mera kringstrykande levnads-
sätt som tillåter den att söka näring där näring står till buds.

Vattenkraftsintressenterna i Blåsjömålet har vid ett tillfälle (skrivelse till Mellanbygdens vattendomstol den 15 augusti 1960) hävdat att "näringsöverskott" skulle ha förelegat i Blåsjön före regleringen, varför man inte skulle ha anledning att kalkylera med någon skada på fisket med anledning av det näringsbortfall som sker. Eftersom den modell man därvid utgått ifrån icke är användbar vid diskussion av föreliggande problem, finns det här anledning att något ytterligare gå in på frågan om näringsöverskott och näringsbrist.

Biologiskt kan termen överskott fattas på flera olika sätt. Den mest näraliggande definitionen, som har sina rötter redan hos Malthus och Darwin, tar fasta på det faktum att det i naturliga populationer alltid föds flera individ än som kan överleva. Med grov schematisering skulle man kunna säga att två individ som parar sig i en balanserad population - trots att de under sin levstid kan ge upphov till hundratals eller tusentals avkommor - i princip endast har lämnat två nya individ efter sig då de dör. De övriga dukar under i kampen för tillvaron, förlorar i konkurrensen om plats och näring eller äts upp av konsumentorganismer. De individ, som inte behövs för att säkra populationens fortbestånd skulle kunna rubriceras som "överskott". Konsumentorganismerna svarar på detta överskott i princip på samma sätt som en effektivt exploaterande mänsklig yrkesgrupp, exempelvis yrkesfiskare, svarar på överskott av en viss fiskart: arten exploateras så länge det i jämförelse med andra arter lönar sig att exploatera den. Överskottet gör sig för exploatören ofta icke märkbart förrän i vissa kritiska situationer då bytesorganismen blir särskilt tillgänglig t.ex. genom att den ansamlas för lek, genomgår metamorfos (hudömsning, kläckning etc.) eller under sin individuella tillväxt på grund av konkurrens tvingas ut från gömslen, revir el.dyl. Ett bestånd som redan är decimerat ner till den gräns där det icke längre lönar sig för en exploatör att beskatta det låter sig inte längre beskattas. Det kan t.ex. tänkas att det bestånd av bytesdjur i Blåsjön som inom regleringszonen enligt Grimås decimerats med 70 % efter regleringen för konsumentdjuren inte längre kvarstår till 30 % utan överhuvud taget inte alls är tillgängligt.

Den definition av begreppet "överskott" som här skisserats torde emellertid inte vara praktiskt användbar eftersom den i praktiken kommer att innebära ett svårämätbart ständigt överskott. Man måste i stället söka en definition som gör det möjligt att genom konsumentdjurens reaktioner avgöra om "överskott" föreligger eller ej. Såsom den i förvarande fall lämpligaste föreslås följande: Näringsöverskott föreligger då näringskonkurrensen mellan konsumentdjuren befinner sig i minimum. Såsom kriterium på att näringsöverskott föreligger kan då användas att den individuella tillväxten hos konsumentorganismen är maximal med hänsyn till den miljö och den uppsättning av näringsdjur som står till buds. Nära besläktade konsumentarter bör också vid näringsöverskott förväntas ha likartat näringsval och likartad tillväxt. Temporärt överskott som förorsakas av massupträdande av en enda typ av näring eller under en begränsad period av flera typer torde vara normalt för naturliga sjöar och torde t.o.m. vara förutsättningen för att någon tillväxt över huvud taget skall ske. Sällsyntare torde det vara att konsumentdjurspopulationen är så underdimensionerad i förhållande till sina bytesdjurspopulationer att den ständigt tillväxer maximalt och inte svarar på tillskott av näring eller decimering av mängden näring med förändringar i tillväxten. Sådana fenomen kan tänkas uppträda i miljöer där den naturliga reproduktionen vida underskrider de resurser som står till buds, t.ex. då tillgången till lekplatser är obetydlig i jämförelse med sjöns möjligheter att hysa ett bestånd. De kan även förekomma då konsumentdjurspopulationen själv är starkt exploaterad t.ex. av något djur som lever på dess ägg och yngel eller av fiskare som fiskar med maximal effektivitet.

Överför man detta resonemang på fallet Blåsjön, finner man att inga tecken tyder på att ett sådant permanent näringsöverskott skulle ha förelagat före regleringen; någon maximal tillväxt förelåg inte, konkurrensen mellan individerna återverkade även på förhållandet mellan arterna. Å andra sidan var tillväxten ej onormalt låg; örningen och rödingen i Blåsjön uppvisade i stort sådana karakteristika som andra motsvarande bestånd i liknande fjällsjöar. Det kunde emellertid presumeras att varje kraftig förändring av utbudet av näring borde återverka på fiskens tillväxt eller kondition.

Det bör avslutningsvis betonas att det tidigare förda resonemanget om långsamheten i den omdanande regleringsprocessen inte utesluter att en skada på fisket kan ske redan från regleringens allra första början. Här vidlag spelar sålunda inte de förändrade näringsbetingelserna så stor

roll, utan fastmer sådana faktorer som grumling, försvårat fiske på grund av ändrat bottenmaterial och förändrade levnadsvanor hos fisken. I synnerhet det senare är värt att särskilt beaktas. Undersökningarna i Blåsjön tyder på att fisken efter regleringen inte såsom förr ansamlas på vissa bottnar med riklig näring, där den blir lättillgänglig för fiske, utan fastmer efter regleringen kommer att föra ett mera pelagiskt liv. En övergång från fiske med bottennät till flytnät torde i detta sammanhang kunna rekommenderas.

8. Citerad litteratur.

- Aass, P. 1960. Vassdragsreguleringene og fisket, Vedlegg til Årsberetningen om fiskeriundersökelse i regulerte vassdrag ved Inspektören for ferskvannsfiskets vitenskapelige avdeling.
- Axelsson, J. 1961. Zooplankton and impoundment of two lakes in Northern Sweden (Ransaren and Kultsjön). Rept. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 42.
- Cuerrier, J.P. 1954. The history of Lake Minnewanka with reference to the reaction of lake trout to artificial changes in environment. Can. Fish. Culturist 15:1-9.
- Dahl, K. 1926. Undersökningar vid Tunhövd fjorden angående fiskens näringsförhållanden före och efter regleringen. Svenska Vattenkraftfören. 185:1-9.
- 1932. Influence of water storage on food conditions of trout in lake Paalsbufjord. Det Norske Vidensk. - Akad. Oslo I, Mat.-Naturv. Kl. I:1-58.
- Frost, W. 1956. The growth of brown trout (*Salmo trutta*) in Haw swater before and after the raising of the level of the lake. Salmon and Trout Mag. 148:266-274.
- Grimås, U., 1959. Vattenregleringens inverkan på bottenfaunan i St. och L. Blåsjön. Medd. Vandringsfiskutr. 3.
- 1960 a. I: Bör Torneträsk regleras? Kungl. Sv. Vetenskapsakad. Skr. i naturskyddsärenden 50:36-39.
- 1960 b. Preliminär undersökning av bottenfaunan i Jormsjön. Yttrande till Mellanbygdens vattendomstol den 31/1 1961.
- 1961. The bottom fauna of natural and impounded lakes in Northern Sweden (Ankarvattnet and Blåsjön). Rept. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 42.

- Grimås, U. och N.-A. Nilsson. 1961. Näringsfauna och kanadaröding i Schweiziska regleringsmagasin. Inf. Sötvattenslab. Drottningholm 2:1-15.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1935. Der Einfluss der Gewässerregelungen auf den Fischbestand in Binnenseen. Oslo.
- Lindström, T. 1955. On the relation fish size - food size. Rept. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 36:133-147.
- Miller, R.B. and M.J. Paetz. 1959. The effects of power, irrigation and stock water developments on the fisheries of the South Saskatchewan River. Can. Fish Culturist 25:13-26.
- Määr, A. 1949. Fertility of char (*Salmo alpinus* L.) in the Faxälven Water System, Sweden. Rept. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 29:57-70.
- Nilsson, N.-A. 1955 a. Die Nahrung des Saiblings (*Salmo alpinus*) und der Forelle (*Salmo trutta*) in einem nordschwedischen See. Arch. f. Hydrobiol. Suppl. Bd. XXII:446-455.
- 1955 b. Studies on the feeding habits of trout and char in north-swedish lakes. Rept. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 36:163-225.
- 1958. On the food competition between two species of *Coregonus* in a north-swedish lake. Ibid. 39:146-161.
- 1959. Vattenregleringens inverkan på fiskens näringsvanor i Blåsjön. Medd. Vandringsfiskutr. 2:1-3.
- 1960. Seasonal fluctuations in the food segregation of trout, char and whitefish in 14 north-swedish lakes. Rept. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 41:185-205.
- 1961 a. The effect of artificial water-level fluctuations on the feeding habits of trout and char in the Lakes Blåsjön and Jormsjön, North Sweden. Ibid. 42.
- 1961 b. Se Grimås.
- Quennerstedt, N. 1958. Effect of water level fluctuation on lake vegetation. Verh. Inst. Ver. Limnol. 13:901-906.
- Rawson, D.S. 1958. Indices to lake productivity and their significance in predicting conditions in reservoirs and lakes with disturbed water levels. The Investigation of Fish-Power Problems. Univ. of British Columbia.

- Rodhe, W., L. Karlgren, A. Nauwerck och J. Axelsson 1957. Vattenbeskaffenhet och plankton i Ransaren och Kultsjön. Stencilerad rapport från Uppsala Universitets Limnologiska Institution.
- Runnström, S. 1946. Sjöregleringar och fisket. Svenska Fiskevårdsförbundet.
- 1951. The population of char, *Salmo alpinus* Linné, in a regulated lake. Rept. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 32:66-78.
- 1952. The population of trout, *Salmo trutta* Linné, in a regulated lake. Ibid. 33:179-198.
- 1955. Changes in fish production in impounded lakes. Proc. Int. Ass. Theor. Appl. Limn. 12:176-182.
- Stube, M. 1958. The fauna of a regulated lake. Rept. Inst. Fresh. Res. Drottningholm 39:162-224.

Biologiska och limnologiska termer

Abundans = individantal per yt- eller volymsenhet

Amphipoda, amphipoder = kräftdjursordningen märlor

Asellus = sötvattensgråsugga

Bentisk = bottenlevande

Ceratopogonidae = svidknott

Chironomidae, chironomider = fjädermyggor

Cladocera, cladocerer = kräftdjursordningen vattenloppor

Copepoda, copepoder = kräftdjursklassen hoppkräftor

Dytiscidae = dykarbaggar

Ekologi = organismernas förhållande till omvärlden

Empididae = dansflugor

Ephemeroptera, ephemerider = dagsländor

Gammarus = sötvattensmärla

Limnaea = dammsnäcka

Litoral = sjöbottens översta zon. I stort den del som är utsatt för solljus och i opåverkade sjöar är beväxt med rotfasta vattenväxter.

Mollusca, mollusker = blötdjur (musslor och snäckor)

Odonata = trollsländor

Oligochaeta = glattmaskar

Partenogenes = "jungfrufödsel", utveckling av nya individ ur obefruktade ägg.

Pelagisk = levande i fria vattnet

Phyllopoda = kräftdjursklass innehållande bl.a. ordningen Cladocera

Pisidium = ärtmussla

Planorbis = posthornsnaäcka

Plecoptera = häcksländor

Population = Bestånd = samtliga individer av en art inom ett visst område (t.ex. en sjö)

Primärproduktion = uppbyggandet av organisk substans av oorganiska beståndsdelar genom kolsyreassimilation.

Revir = område (närings- eller lekområde) som bevakas av ett eller flera individ av samma art.

Sialis = sävslända

Simuliidae = knott

Tipulidae, tipulider = harkrankar

Trichoptera, trichopterer = nattsländor

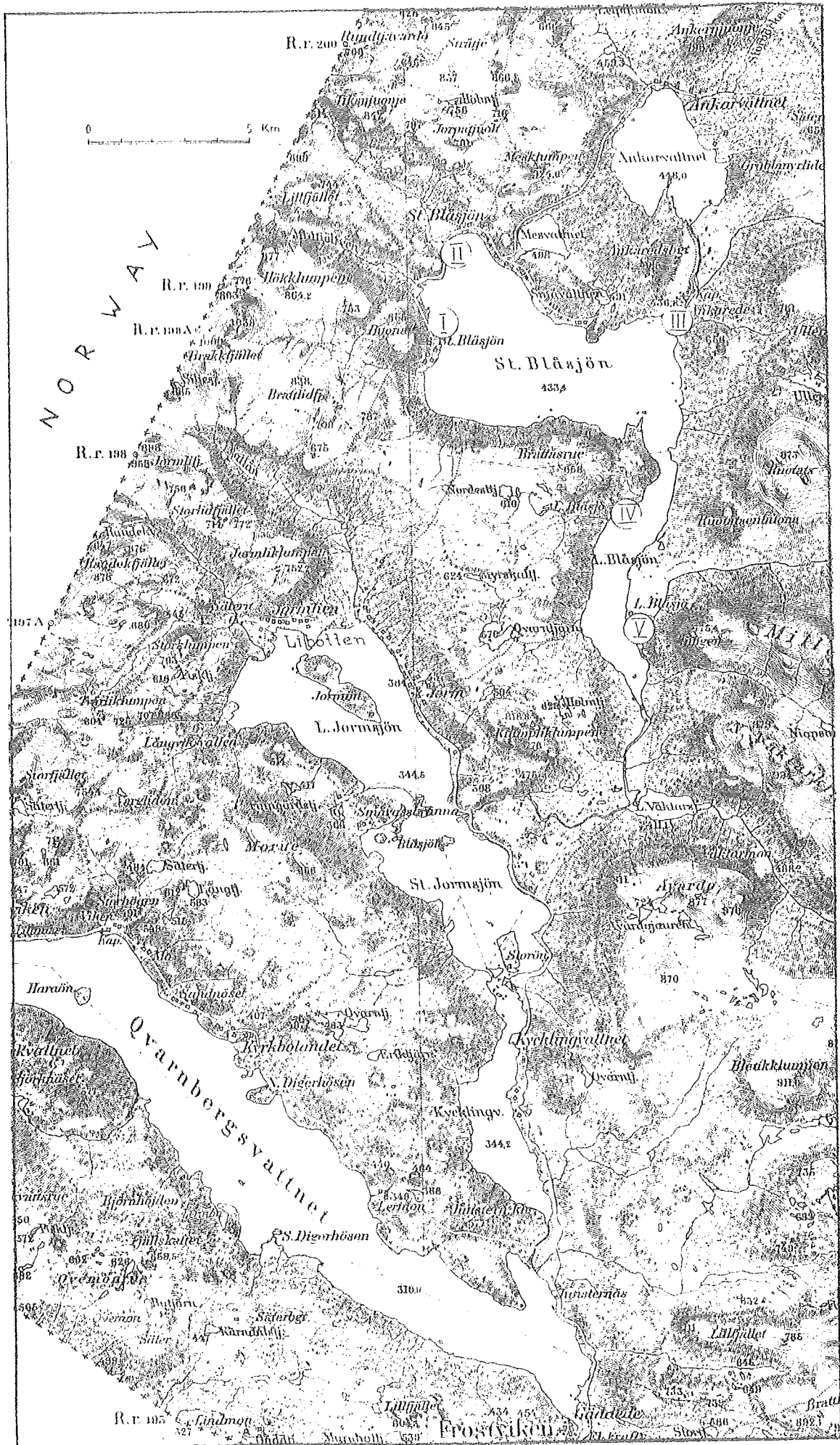


Fig. 1. Karta över de undersökta sjöarna. Siffrorna anger fiskestationerna.

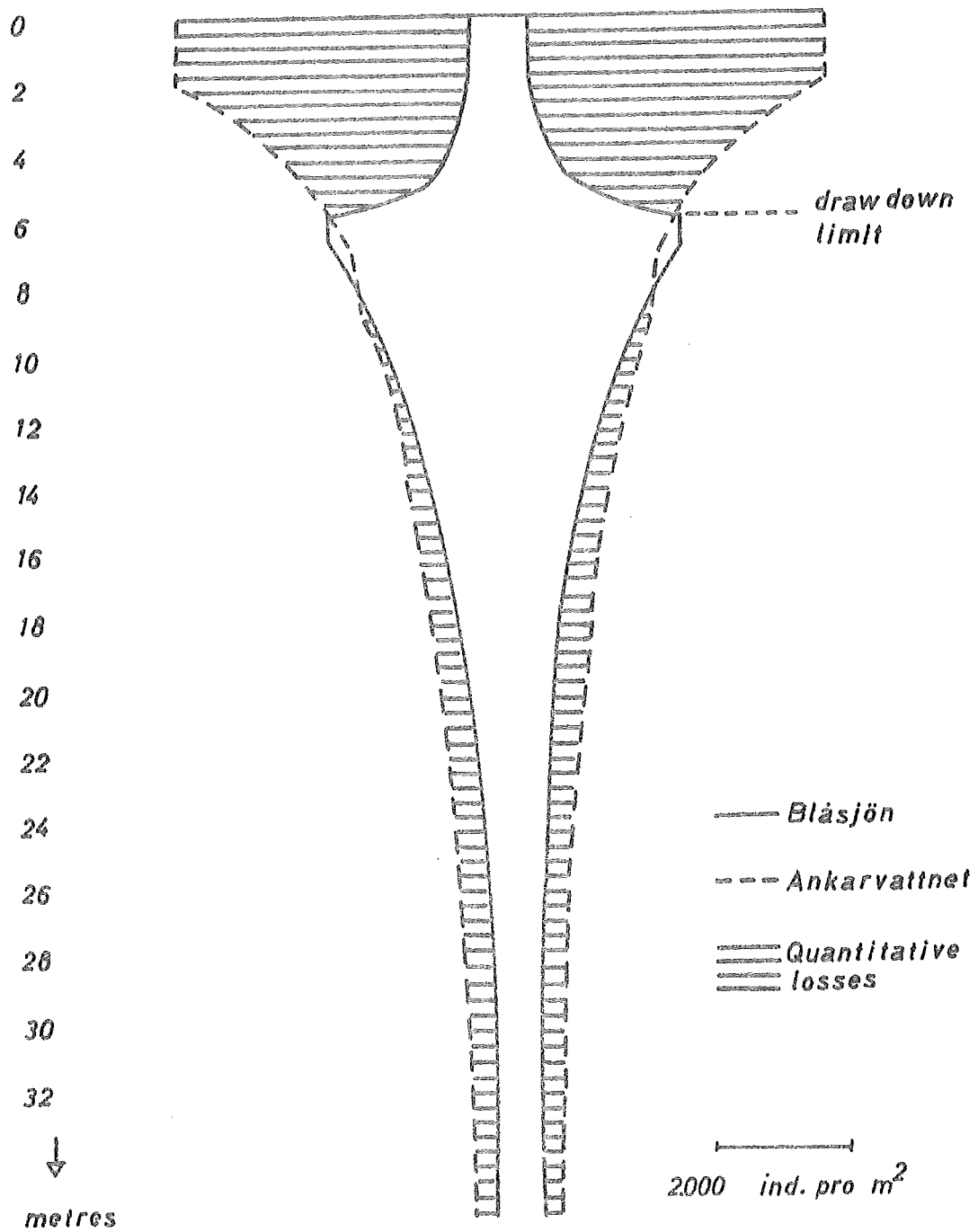


Fig. 2. Bottenfaunans vertikalfördelning i Blåsjön jämförd med Ankarvattnet. (Efter Grimås 1960 och 1961)

*Start of water level
regulation*

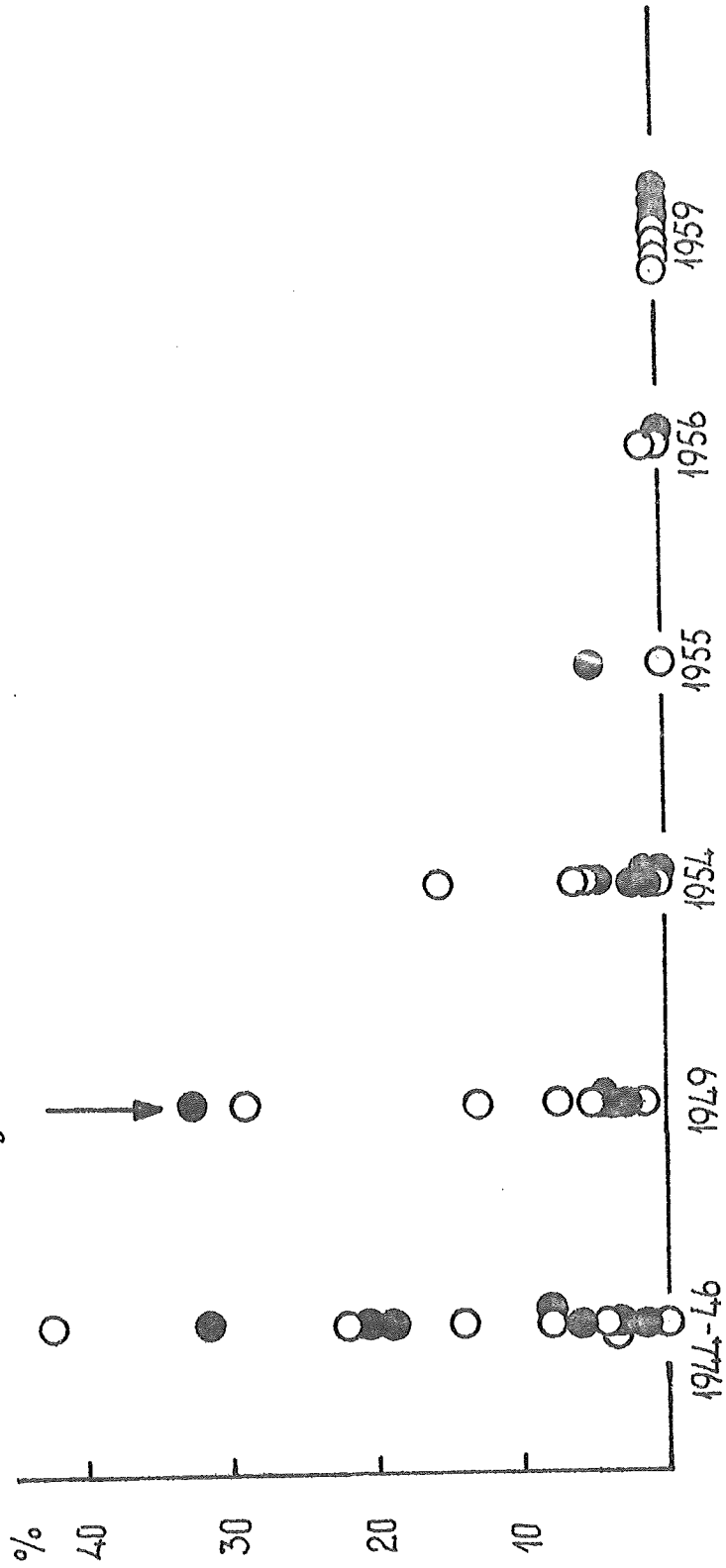


Fig. 3. Det successiva försvinnandet av Gammars lacustris ur fiskens näring i Blåsjön (månadsmedeltal).

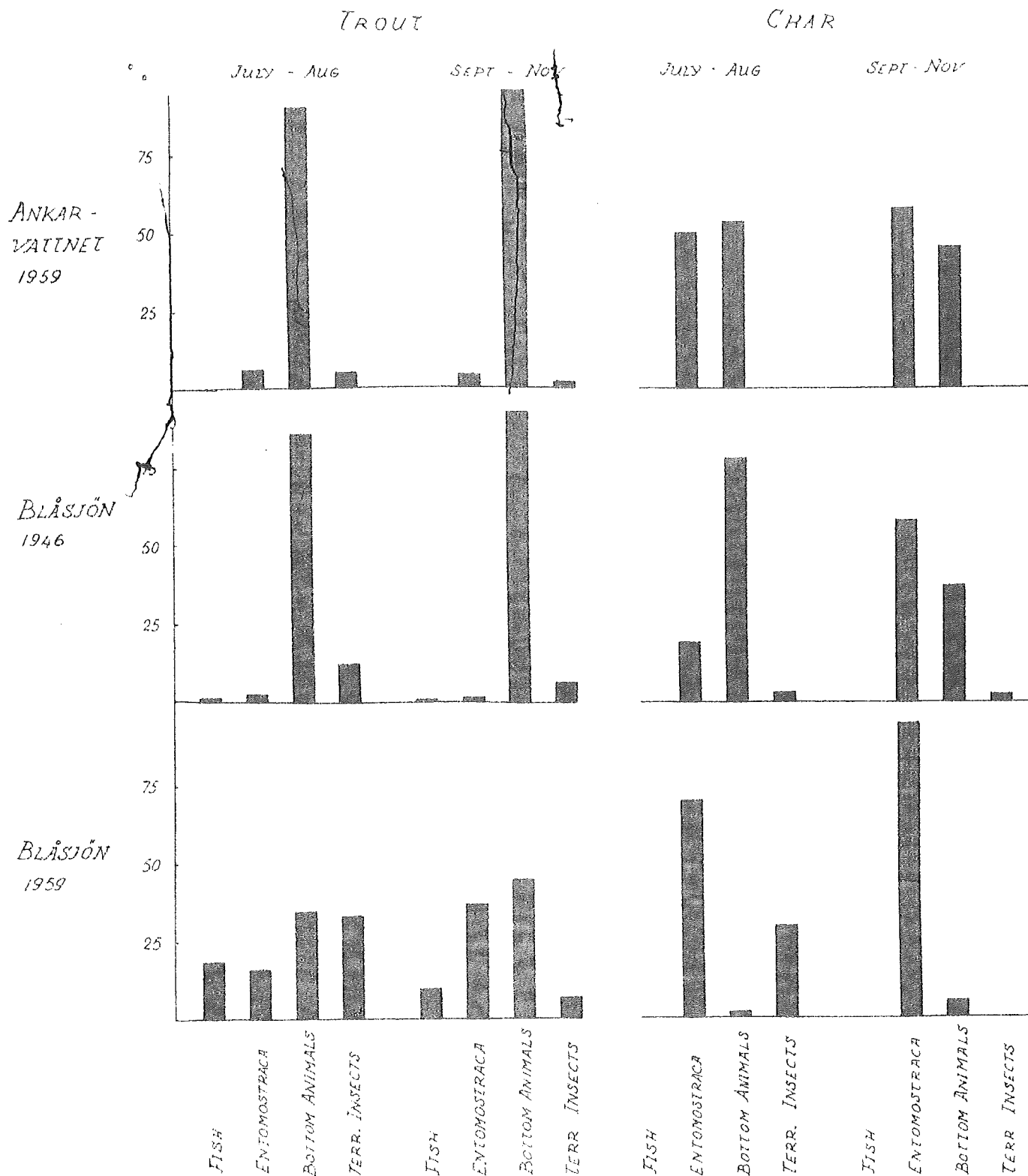


Fig. 4. Jämförelse mellan öringens och rödingens näring i Ankarvattnet (1959) och Blåsjön före regleringen (1946) och tio år efter regleringen (1959).

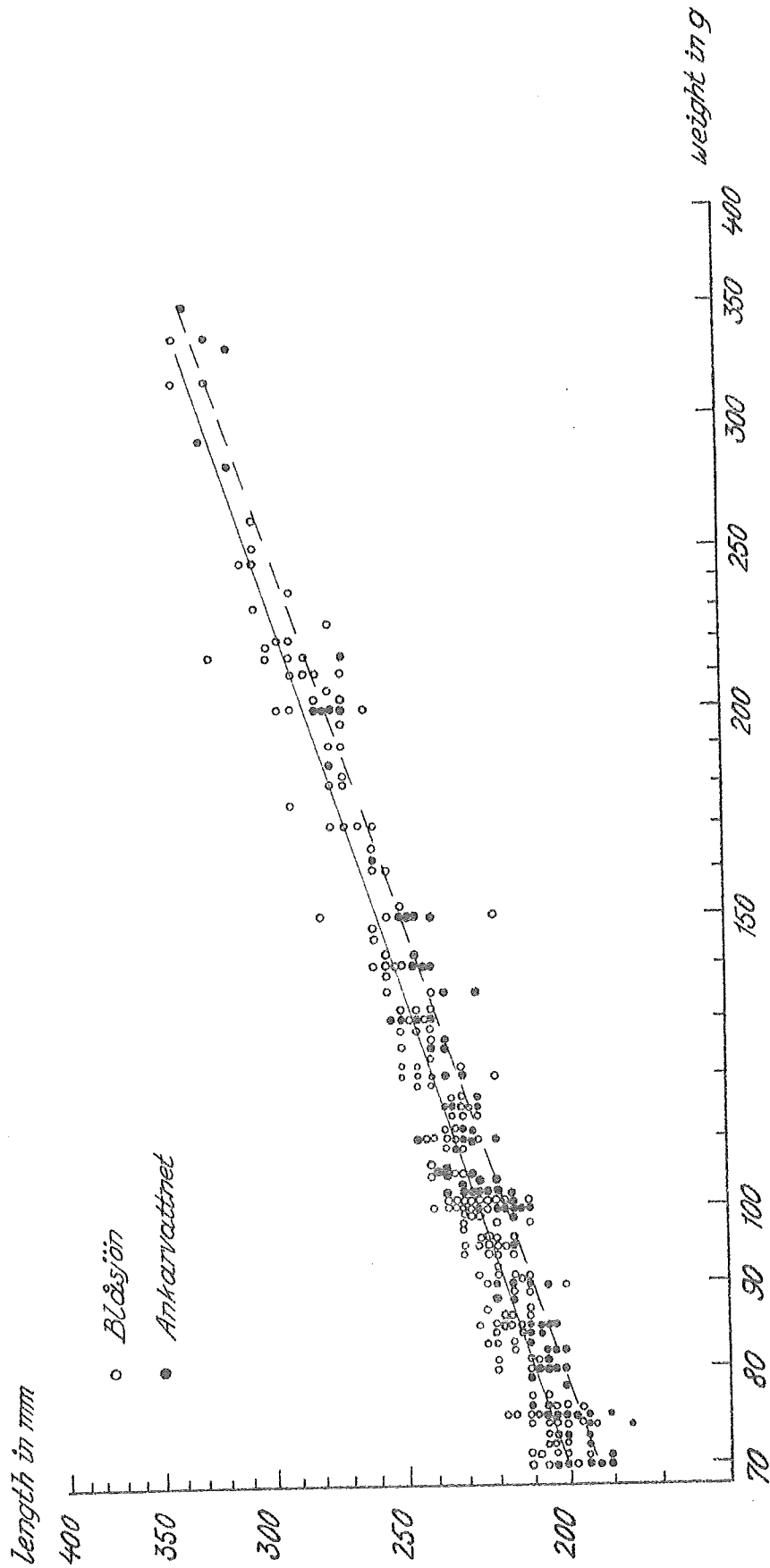


Fig. 5. Längd-viktrelationen hos öring från Blåsjön och Ankarvattnet.

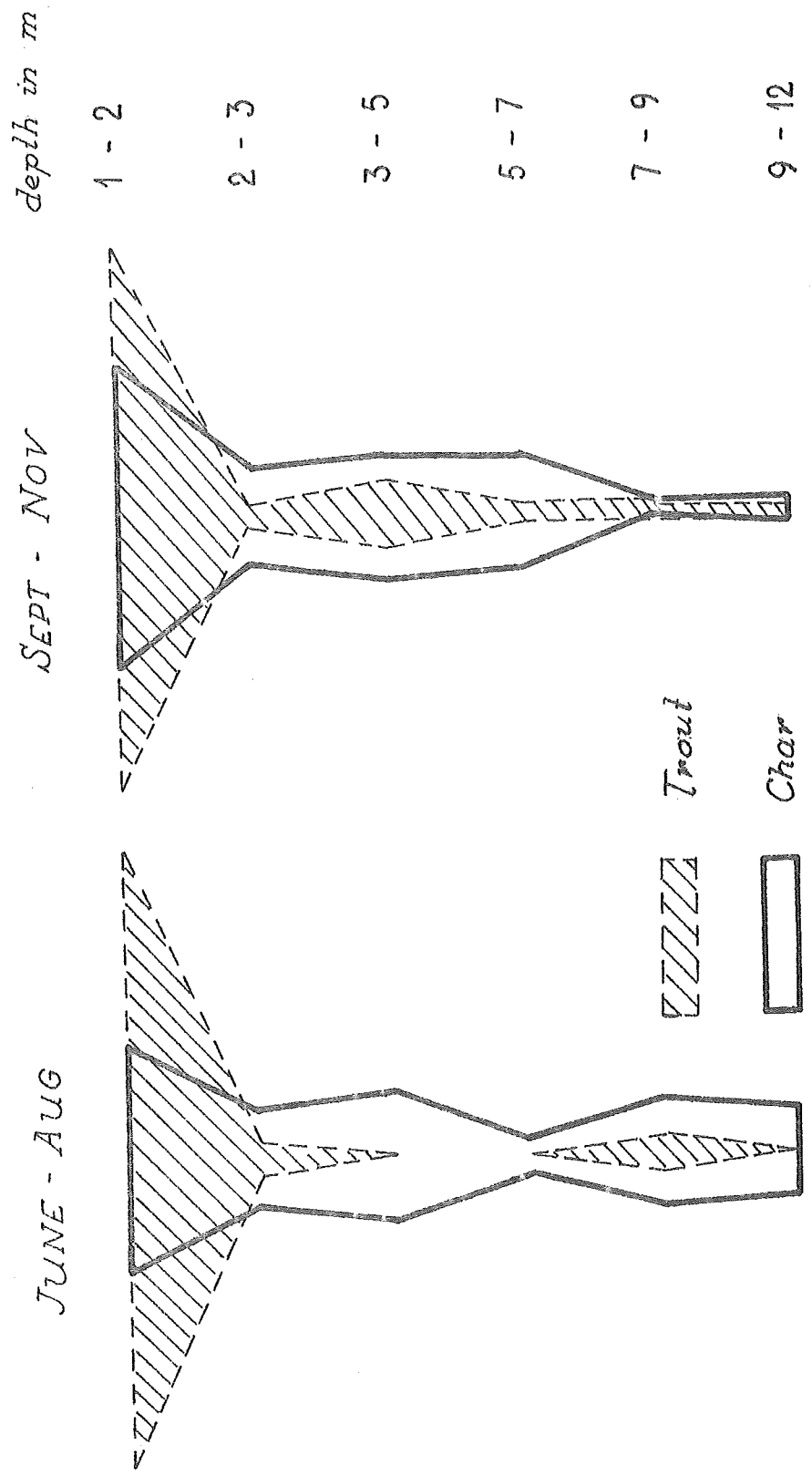


Fig. 6. Öringens och rödingens vertikalfördelning i Blåsjön 1959.